

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Off nl gungsschrift  
①1 DE 3403887 A1

②1 Aktenzeichen: P 34 03 887.6  
②2 Anmeldetag: 4. 2. 84  
④3 Offenlegungstag: 8. 8. 85

⑤1 Int. Cl. 4:  
G 01 D 5/30  
G 01 P 15/08  
G 01 F 1/28  
G 01 L 1/04

DE 3403887 A1

⑦1 Anmelder:  
Ruhrmann, Wolfgang, Dr., 7000 Stuttgart, DE

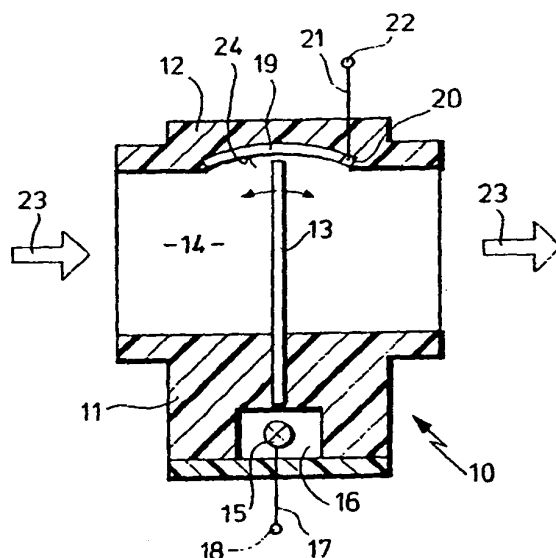
⑦4 Vertreter:  
Kohler, R., Dipl.-Phys.; Schwindling, H., Dipl.-Phys.;  
Rüdel, D., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Witte, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Sensor

Ein Sensor ist mit einem Gehäuse (10) versehen, das zwei Abschnitte (11, 12) und einen dazwischenliegenden Zwischenraum (14) aufweist. An den einen Abschnitt (11) ist ein langgestreckter Lichtleiter (13) flexibel angelenkt, dessen freies Ende sich bei Auslenkung des Lichtleiters (13) an einem am gegenüberliegenden Abschnitt (12) angeordneten Aufnahmeelement vorbeibewegt. Das Aufnahmeelement ist ein lumineszierender Körper (19), dessen eine Achse sich wenigstens näherungsweise parallel zur Bewegungsbahn des freien Endes des Lichtleiters (13) in dessen unmittelbarer Nähe erstreckt. Der Körper (19) ist an wenigstens einer Begrenzungsfläche mit einem photoempfindlichen Element (20) versehen.



DE 3403887 A1

Patentansprüche

- ( 1.) Sensor mit einem Gehäuse (10), das zwei Abschnitte (11, 12) und einen dazwischenliegenden Zwischenraum (14) aufweist, wobei an den einen Abschnitt (11) ein langgestreckter Lichtleiter (13) flexibel angelenkt ist, dessen freies Ende sich bei Auslenkung des Lichtleiters (13) an einem am gegenüberliegenden Abschnitt (12) angeordneten Aufnahmeelement vorbeibewegt, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufnahmeelement ein lumineszierender Körper (19) ist, dessen eine Achse sich wenigstens näherungsweise parallel zur Bewegungsbahn des freien Endes des Lichtleiters (13) in dessen unmittelbarer Nähe erstreckt und der mit wenigstens einem, an mindestens einer Begrenzungsfläche des Körpers (19) angebrachten photoempfindlichen Element (20) versehen ist.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse des Körpers (19) parallel zu einer Tangente an die Bewegungsbahn verläuft.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens zwei gegenüberliegenden Begrenzungsflächen des Körpers (19) photoempfindliche Elemente (20, 20a) angeordnet sind, deren Ausgangssignale in einer Auswerteschaltung miteinander verknüpft werden.
4. Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung eine Dividierstufe (30) ist.

Anmelder:

Dr. Wolfgang Ruhrmann  
Herrenbergerstraße 24  
7000 Stuttgart 80

Stuttgart, den 31.1.1984

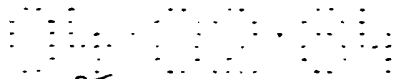
P 4474 W/Pi

Vertreter:

Kohler-Schwindling-Späth  
Patentanwälte  
Hohentwielstraße 41  
7000 Stuttgart 1

Sensor

Die Erfindung bezieht sich auf einen Sensor mit einem Gehäuse, das zwei Abschnitte und einen dazwischenliegenden Zwischenraum aufweist, wobei an den einen Abschnitt ein langgestreckter Lichtleiter flexibel angelenkt ist, dessen freies Ende sich bei Auslenkung des Lichtleiters an einem am gegenüberliegenden Abschnitt angeordneten Aufnahmeelement vorbeibewegt.



Ein derartiger Sensor ist bekannt, um Beschleunigungen, insbesondere von Kraftfahrzeugen, zu erfassen. Der Lichtleiter in Gestalt eines kurzen Stückes Lichtleitfaserkabel ist bei dem bekannten Sensor einseitig eingespannt, so daß das freie Ende des Lichtleitfaserkabels elastisch ausgelenkt werden kann, beispielsweise infolge der eigenen Masse, wenn der Sensor einer Beschleunigung oder Verzögerung ausgesetzt wird.

Bei dem bekannten Sensor ist ein photoempfindliches Element in einem definierten Abstand vom freien Ende des Lichtleitfaserkabels angeordnet, bezogen auf dessen Ruhestellung. Bei einer definierten Beschleunigung bzw. Verzögerung wird das freie Ende des Lichtleitfaserkabels um diesen Abstand ausgelenkt, so daß Licht auf das im Abstand angeordnete photoempfindliche Element fällt.

Der bekannte Sensor gestattet daher lediglich, das Überschreiten einer vorgegebenen Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsschwelle zu erkennen.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, einen Sensor der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß eine kontinuierliche Erfassung des Meßwertes möglich ist, so daß der Sensor für die unterschiedlichsten Meßaufgaben einsetzbar wird, also nicht nur für Beschleunigungs- und Verzögerungsmessungen, sondern auch für Durchflußmessungen, Kraftmessungen und vieles mehr.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Aufnahmeelement ein lumineszierender Körper ist, dessen eine Achse sich wenigstens näherungsweise parallel zur Bewegungs-

bahn des freien Endes des Lichtleiters in dessen unmittelbarer Nähe erstreckt und der mit wenigstens einem, an mindestens einer Begrenzungsfläche des Körpers angebrachten photoempfindlichen Element versehen ist.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung verläuft die Achse des Körpers parallel zu einer Tangente an die Bewegungsbahn des freien Endes des Lichtleiters.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß der Körper aufgrund seiner gradlinigen Ausbildung einfach in der Herstellung und Montage ist, daß optische Fehler aufgrund gekrümmter Körper nicht auftreten können und daß schließlich auch Ablagerungen an der glatten und geraden Oberfläche minimiert werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind an mindestens zwei gegenüberliegenden Begrenzungsflächen des Körpers photoempfindliche Elemente angeordnet, deren Ausgangssignale in einer Auswerteschaltung miteinander verknüpft werden.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß Alterungsprozesse, Verschmutzungen u.dgl. durch eine geeignete Kompensationschaltung eliminiert werden können.

Besonders bevorzugt ist dabei eine Ausführungsform, bei der die Auswerteschaltung eine Dividierstufe ist.

Diese Ausführungsform der Erfindung macht sich von Vorteil die Tatsache zunutze, daß die Annäherung des freien Endes des Lichtleiters an die eine Begrenzungsfläche einer Entfernung von der anderen Begrenzungsfläche entspricht, wobei der

Absolutbetrag des jeweils übertragenen und in den photoempfindlichen Elementen empfangenen Lichtes, der Alterungs- und Verschmutzungsprozesse unterworfen ist, durch Quotientenbildung in besonders einfacher Weise eliminiert werden kann. Man erhält demzufolge eine besonders langzeitstabile Anordnung, die auch unter erschwerten Umgebungsbedingungen arbeiten kann, beispielsweise dann, wenn Durchflußmessungen eines strömende Mediums durchgeführt werden sollen, bei denen das Medium nicht ganz frei von Schmutzteilchen ist.

Die Eigenschaft des erfindungsgemäßen Sensors, die Auslenkung des freien Endes des Lichtleiters kontinuierlich erfassen zu können, hat den wesentlichen Vorteil, den Anwendungsbereich des Sensors auf eine Vielzahl von Meßaufgaben zu erweitern. So kann beispielsweise wie beim bekannten Sensor die Auslenkung des Lichtleiters aufgrund einer Verzögerung oder Beschleunigung der Lichtleitermasse kontinuierlich gemessen werden, darüber hinaus kann aber auch das freie Ende des Lichtleiters einem Strom eines Mediums ausgesetzt werden, so daß kontinuierliche Durchflußmessungen möglich sind; schließlich kann auch das freie Ende unmittelbar einer Kraft, beispielsweise einer Wägeeinrichtung ausgesetzt werden, so daß kontinuierliche Gewichtsmessungen möglich sind.

Es versteht sich dabei, daß das freie Ende des Lichtleiters im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch mit anderen schwenkbaren Teilen einer Meßapparatur zusammenwirken kann, beispielsweise kann der Lichtleiter fest mit einer Drosselklappe eines Durchflußmessers, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug, verbunden sein, so daß die Auslenkung der Drosselklappe kontinuierlich erfaßt wird, Entsprechendes

gilt für die Erfassung der Bewegung einer Membran oder dergleichen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung im Schnitt eines Ausführungsbeispieles eines erfindungsgemäßen Sensors;
- Fig. 2 einen Stromlaufplan für eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sensors;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise des Ausführungsbeispieles gemäß Fig. 2.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel dient zum Messen eines Durchflusses eines gasförmigen Mediums. Es versteht sich jedoch, daß diese beispielhafte Darstellung den Anwendungsbereich des erfindungsgemäßen Sensors nicht einschränkt, sondern lediglich als Illustration zu verstehen ist.

In Fig. 1 ist 10 ein Gehäuse, beispielsweise aus Kunststoff, bei dem zwischen einem ersten Abschnitt 11 und einem zweiten Abschnitt 12, die beispielsweise gegenüberliegende Wandungen einer Rohrleitung sein können, ein Lichtleiter 13 in einem Zwischenraum 14 einseitig eingespannt angeordnet ist.

Selbstverständlich kann der Lichtleiter 13 auch mit einem beweglichen Teil, beispielsweise einer Drosselklappe oder einer Membran, verbunden sein.

Eine Lampe 15 in einem Hohlraum 16 des ersten Abschnittes 11 ist über eine Zuleitung 17 mit einer Klemme 18 verbunden. Wird die Lampe 15 angesteuert, beleuchtet sie das eine, eingespannte Ende des Lichtleiters 13.

Das freie Ende des Lichtleiters 13, aus dem bei Beleuchtung des anderen Endes durch die Lampe 15 Licht austritt, ist, wie mit dem Pfeil in Fig. 1 angedeutet, im Zwischenraum 14 beweglich, sei es durch das Einwirken einer externen Kraft, im dargestellten Beispiel der Kraft des anströmenden Mediums, einer mechanisch mit einem Bauteil ausgeübten Kraft oder infolge der Trägheitskraft, wenn eine Beschleunigung oder Verzögerung auf den Sensor ausgeübt wird.

Das freie Ende des Lichtleiters 13 bewegt sich in der Nähe eines langgestreckten lumineszierenden Körpers 19, insbesondere eines Stabes, dessen Längsachse sich in der Nähe der Bewegungsbahn des freien Endes des Lichtleiters 13 befindet. An einer Begrenzungsfläche des lumineszierenden Körpers 19, vorzugsweise an einem axialen Ende, ist ein photempfindliches Element 20 direkt oder über einen Lichtleiter angeschlossen. Vom photoempfindlichen Element 20 führt eine Leitung 21 zu einer Klemme 22, an der ein Meßwert abnehmbar ist.

Das durchströmende Medium ist beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 mit Pfeilen 23 angedeutet. Unter der Kraft des anströmenden Mediums wird das freie Ende des Lichtleiters 13



in Pfeilrichtung ausgelenkt, so daß es sich in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des lumineszierenden Körpers 19 bewegt, die in Fig. 1 mit 24 als gekrümmte Oberfläche angedeutet ist. Es versteht sich jedoch, daß der Körper 19 auch gerade ausgebildet sein kann, so daß er parallel zu einer Tangente an die Ortskurve des freien Endes des Lichtleiters 13 liegt.

Die Wirkungsweise des Sensors ist wie folgt:

Das aus dem freien Ende des Lichtleiters 13 austretende Licht fällt je nach Auslenkung des freien Endes auf einen bestimmten Ort entlang der Längsachse des lumineszierenden Körpers 19. Das von den Luminophoren dieses Ortes ausgesandte Licht wird, unterstützt durch eine Totalreflektion an den Begrenzungsflächen des Körpers 19, zu den Begrenzungsflächen des Körpers 19 weitergeleitet und fällt dort auf das photoempfindliche Element 20. Da das Material des lumineszierenden Körpers 19 nicht ideal lichtleitend ist, gelangt das von den Luminophoren abgestrahlte Licht umso abgeschwächer auf das photoempfindliche Element 20, je weiter sich der Ort der vom freien Ende des Lichtleiters 13 beleuchteten Luminophore vom photoempfindlichen Element 20 weg befindet.

Der an der Klemme 22 abnehmbare Meßwert in Gestalt einer elektrischen Spannung ist daher ein analoges Maß für den Ort des Beleuchtungsortes und damit für die Auslenkung des freien Endes des Lichtleiters 13.

Es versteht sich, daß das photoempfindliche Element 20 nicht, wie in Fig. 1 dargestellt, an einem axialen Ende des Körpers 19 angebracht sein muß, es kann vielmehr irgendwo an einer Grenzfläche angeordnet sein, auch können mehrere

Elemente 20 vorgesehen sein, die beispielsweise nach Art einer Brückenschaltung miteinander verbunden sein können, wie dies weiter unten zu Fig. 2 und 3 noch erläutert wird.

Weiterhin beschränkt sich die Erfindung keineswegs auf Lichtleiter 13 in Gestalt von Lichtleitfaserkabeln oder auf lumineszierende Körper 19 in Gestalt eines Stabes, es können vielmehr der Lichtleiter 13 und der Körper 19 auch plattenartige, folienartige oder sonstige Gestalt haben, je nachdem welche Meßaufgabe vorliegt. Bei einem Durchflußmesser der in die Figur gezeichneten Art kann beispielsweise ein Lichtleiter 13 in Gestalt einer flexiblen Folie wegen des höheren Strömungswiderstandes von besonderem Vorteil sein, wobei der zugehörige Körper 19 dann wegen der breiten Austrittsfläche des Lichtes ebenso eine flächenhafte Gestalt, beispielsweise einer lumineszierenden Platte, haben könnte.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Sensors, bei dem im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 an zwei gegenüberliegenden Enden des Körpers 19 photoempfindliche Elemente 20, 20a angebracht sind. Diese beiden Elemente 20, 20a stellen gleichzeitig die beiden möglichen Endlagen des freien Endes des Lichtleiters 13 bei Auslenkung dar.

Das photoempfindliche Element 20 ist über seine Leitung 21 und das weitere photoempfindliche Element 20a über eine Leitung 21a an die beiden Eingänge einer Dividierstufe 30 angeschlossen, deren Ausgang zu einer Klemme 31 führt.

Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 2 soll im folgenden anhand Fig. 3 erläutert werden.

Geht man davon aus, daß der Körper 19 eine Gesamtlänge 1 habe, beträgt der Abstand des freien Endes des Körpers 13 in einer bestimmten Position zu dem einen freien Ende  $x$  und der Abstand zum anderen freien Ende  $1 - x$ . Auf die photoempfindlichen Elemente 20, 20a fällt dann ein Lichtsignal  $I_1$  bzw.  $I_2$ , je nachdem wie groß  $x$  ist. In Fig. 3 sind die Elemente 20, 20a lediglich der Veranschaulichung halber etwas vom Körper 19 abgerückt dargestellt, bei einer praktischen Ausführungsform grenzen sie selbstverständlich an die jeweiligen Grenzflächen des Körpers 19.

Bezeichnet man nun mit  $\alpha$  die optische Dämpfungskonstante des Materiales des Körpers 19, kann man zeigen, daß für den Quotienten der Intensitäten  $I_1$ ,  $I_2$  gilt:

$$I_1/I_2 = C \exp (-2 \alpha x)$$

Für die Konstante  $C$  gilt dabei  $C = \exp (\alpha l)$ .

Wie man sieht, liegt an der Klemme 31 gemäß Fig. 2 ein Signal an, das sich exponentiell mit dem Abstand  $x$  ändert. Durch Bildung des natürlichen Logarithmus kann man nun beispielsweise eine lineare Abhängigkeit des Ausgangssignales von der Größe  $x$  herstellen, auch an sich bekannte Vergleichsverfahren mit Wertetabellen sind einsetzbar.

- 11 -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 03 887  
G 01 D 5/30  
4. Februar 1984  
8. August 1985

